

Irion, Thomas; Scheiter, Katharina

## **Didaktische Potenziale digitaler Medien. Der Einsatz digitaler Technologien aus grundschul- und mediendidaktischer Sicht**

*Grundschule aktuell (2018) 142, S. 8-11*



Empfohlene Zitierung/ Suggested Citation:

Irion, Thomas; Scheiter, Katharina: Didaktische Potenziale digitaler Medien. Der Einsatz digitaler Technologien aus grundschul- und mediendidaktischer Sicht - In: Grundschule aktuell (2018) 142, S. 8-11 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-165592

<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0111-pedocs-165592>

### **Nutzungsbedingungen**

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### **Terms of use**

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

### **Kontakt / Contact:**

peDOCS  
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

Thomas Irion / Katharina Scheiter

# Didaktische Potenziale digitaler Medien

## Der Einsatz digitaler Technologien aus grundschul- und mediendidaktischer Sicht

Die Wirksamkeit digitaler Medien im Grundschulunterricht wird schon seit dem Multimedia-Boom Mitte der 1990er Jahre heftig diskutiert. Waren es damals multimedia- und internetfähige Computer, die völlig neue Lernerfahrungen ermöglichen sollten, sind es heute mobile Technologien, wie Tablets, die zu erhöhter Motivation und verbesserten Lernleistungen führen sollen. Manche Grundschullehrpersonen sind begeistert vom Einsatz digitaler Technologien und blicken voller Unverständnis auf Kolleginnen und Kollegen, die den Einsatz digitaler Technologien für gar nicht oder nur sehr eingeschränkt sinnvoll erachten.

Wenngleich manche Digital-euphoriker\*innen die Notwendigkeit empirischer Forschung oder fachdidaktischer Expertise ablehnen, muss sich allerdings auch der Einsatz mobiler Technologien auf den Prüfstand stellen lassen, sollen didaktische Potenziale entfaltet werden. Um auch weniger technikaffine Lehrkräfte, aber auch die Bildungspolitik für den Einsatz digitaler Medien zu überzeugen, ist ein gezieltes Zusammenspiel von Wissenschaft und Praxis unter Einbezug empirischer Forschungsergebnisse erforderlich. Denn entgegen der Meinung vieler medienbegeisterter Lehrkräfte geben Studienergebnisse keine eindeutige Antwort auf die Frage nach der Lernwirksamkeit digitaler Medien: So berichtet die Forschergruppe um Tamim in einer Meta-Analyse 2. Ordnung basierend auf 1055 Einzelstudien nur von leicht positiven Effekten digitaler Technologien (Tamim 2011). Insgesamt wird deutlich, dass Effekte digitaler Medien nicht nur von den Medien selbst, sondern insbesondere von deren didaktischer Einbettung in die Unterrichtskontexte abhängig sind (Mishra & Koehler 2006).

Schultheoretische Modelle können erklären, warum eine automatische Verbesserung des Unterrichts kaum erwartet werden kann. So wird im Angebot-Nutzungs-Modell von Andreas Helmke (vgl. Abb. x) deutlich, dass Lerneffekte keinesfalls direkt auf Unterrichtsangebote (z. B. Unterrichts-

methoden oder -medien) zurückzuführen sind, sondern immer über die Rezeption der Angebote (Nutzung) durch die Lernenden gefiltert werden (Helmke 2010). Sowohl Angebot als auch Nutzung sind hierbei in Zusammenhang mit verschiedenen anderen Faktoren zu sehen. So führt nicht eine bestimmte App zum Unterrichtserfolg, sondern deren Einbettung in das methodisch-didaktische Konzept der Lehrperson in Zusammenhang mit der Passung zu den Schülervoraussetzungen der Klasse, den Rahmenbedingungen des Unterrichts usw. Durch die Unterscheidung von Sicht- und Tiefenstrukturen (Kunter/Trautwein 2013) wird erklärbar, warum die Präsenz von digitalen Technologien im Unterricht in ihrer Bedeutsamkeit häufig überbewertet wird. Während für den Lernerfolg bedeutsame Faktoren wie die Qualität von Feedback, die inhaltliche Klarheit oder die Strategieförderung auf den ersten Blick kaum im Klassengeschehen erkennbar sind, ist der Einsatz von digitalen Technologien wie Tablets sofort ersichtlich und führt rasch zu Ablehnung oder Begeisterung. Zusammenfassend geht die moderne Lehr-Lern-Forschung in Anlehnung an Kozma (1991) davon aus, dass digitale Medien nicht per se den Unterricht verändern, sondern dass deren Einsatz untrennbar mit der didaktischen Methode verwoben ist.

Vor diesem Hintergrund wollen wir anhand typischer didaktischer Fragestellungen der Grundschulpädagogik

Potenziale und Herausforderungen digitaler Technologien für die Tiefenstrukturen des Grundschulunterrichts diskutieren.

### Potenziale digitaler Technologien für den Grundschulunterricht

Typische grundschuldidaktische Fragestellungen werden in Unterrichtspraxis und Lehrerbildung häufig entlang der Begriffe Methoden, Prinzipien und Arbeitsformen (Einsiedler 2015) diskutiert. Insbesondere Prinzipien als Leitlinien von Unterricht werden in ihrer normativen Setzung von Grundschullehrpersonen allerdings nicht selten als dogmatische Setzungen interpretiert, die einer kritischen Prüfung nicht mehr bedürfen. Solche Setzungen sind aus empirischer Sicht zu hinterfragen, weshalb wir im Folgenden den Begriff Basisfragestellungen des Grundschulunterrichts verwenden. Auf der Grundlage grundschuldidaktischer und mediendidaktischer Forschung werden wir die Potenziale digitaler Medien für drei solcher Basisfragestellungen diskutieren: Repräsentationsformen, Individualisierung und Kooperation.

### A Repräsentationsformen: Potenziale digitaler Medien zur Veranschaulichung von Unterrichtsinhalten

Lange Zeit war die Annahme leitend, dass sich multimediale Repräsentationsformen (also z. B. die Verknüpfung von Texten und Bildern) automatisch positiv auf die Behaltensleistung auswirken würden. Grundlage war die Vorstellung, dass sich Sinneseindrücke direkt in der kognitiven Struktur abbilden. Aus Sicht der aktuellen Lernforschung muss eine solch passive Abbildungstheorie angesichts der aktiven Verarbeitungsvorgänge in Lernprozessen abgelehnt werden. Die Effekte von Lernprozessen mit multimedia-

len Repräsentationen sind unter anderem von der Mediengestaltung (z. B. für das Lernen mit Film Salomon 1979, für Text und Bild Mayer 2014) und von den Lernvoraussetzungen bei den Lernenden abhängig (Weidenmann 2006).

Durch die Digitalisierung entstehen **besondere didaktische Potenziale** für die Förderung fachlicher Kompetenzen im Grundschulalter:

- Besondere Möglichkeiten ergeben sich durch die *flexiblen Einsatzmöglichkeiten von Kameras* mittels mobiler Technologien. Mit diesen ist es nun möglich, mit geringem Aufwand Bild-, Bewegtbild- und Tonaufnahmen zu erstellen, zu bearbeiten und zu distribuieren. Erklärvideos erlauben Lehrkräften und Kindern die anschauliche Darstellung von Informationen mit hoher Passung an die Lernsituation der Kinder, die von diesen dann in ihrem eigenen Tempo und beliebig oft wiederholt betrachtet werden können. Doch auch die eigenständige Produktion etwa von Ton- oder Filmdokumenten durch Kinder bietet neue Potenziale. So eröffnet die mögliche Verbindung mit Bildern, Geräuschen und Musik (z. B. in der App Book Creator) den Kindern motivierende und bildungswirksame Gestaltungsmöglichkeiten.

- Digitale Technologien können auch *Beschränkungen auf die visuelle und auditive Sinnesmodalität überwinden*. Fingergesten erlauben die Interaktion mit dem Tablet, Spielekonsolen wie Wii oder Kinect Controller registrieren die Bewegungen vor dem Bildschirm und passen die Informationspräsentation an den Benutzer an. Diese Möglichkeiten kann man sich auch für bestimmte Lehr-Lern-Prozesse zunutze machen. Beispielsweise zeigen Untersuchungen zu mathematischen Basiskompetenzen, dass die Qualität der internen mentalen Repräsentation von Zahlen auf einem inneren Zahlenstrahl mit Rechenleistungen zusammenhängt. Auf diesem Zahlenstrahl sind in westlichen Kulturen kleine Zahlen links und große Zahlen rechts repräsentiert. Hier wurden nun so genannte verkörperlichte Trainings entwickelt, die den Aufbau des mentalen Zahlenstrahls unterstützen sollen (Dackermann et al. 2017). Diese Trainings erfordern es, dass Kinder Teile ihres Körpers (z. B. Finger, Arme)

oder auch den ganzen Körper in Reaktion auf eine Zahlenaufgabe (z. B. »Gib an, ob die Ziffer 5 kleiner oder größer als 8 ist«) entsprechend des Zahlenstrahls bewegen sollen, um die richtige Antwort zu geben. Im Beispiel müssten sie also eine Wischgeste oder einen Sprung nach links ausführen, da »5« auf dem Zahlenstrahl weiter links angeordnet ist (kleiner ist) als die Ziffer »8«. Digitale Technologien erlauben die Umsetzung solcher Trainings inklusive der Vergabe von Feedback. Evaluationen verkörperlichter Trainings zeigen, dass diese beispielsweise das Verstehen der Größe von Zahlen sowie Leistungen in den Grundrechenarten verbessern (ebenda). Verkörperlichte Trainings im Bereich der Mathematik wie oben beschrieben sind deswegen lernförderlich, weil hier eine enge Abstimmung des Trainingsansatzes auf zugrunde liegende Lernprozesse und Wissensrepräsentationen erfolgt.

- Digitale Technologien eröffnen auch spezifische *Potenziale für die Erhöhung der Authentizität und persönlichen Relevanz in Lernprozessen*. Diese ergeben sich durch die vielfältigen Möglichkeiten der Informationsdarstellung zwischen Abstraktion (Dekontextualisierung) und Konkretisierung (Kontextualisierung) (Lohrmann 2014). Kinder sollen ausgehend von ihren lebensweltlichen Erfahrungen (Kontextualisierung) an Systematisierung und Abstraktionen (Dekontextualisierung) herangeführt werden. Dabei muss das erworbene Wissen anwendungsfähig bleiben (Rekontextualisierung). Insbesondere der letzte Schritt scheitert im fachlichen Lernen häufig: Es entsteht träges Wissen, das lediglich im Prüfungskontext abgerufen werden kann, nicht aber im Alltag (Gruber/Mandl/Renkl 2000). Ein Ansatz zur Überwindung der Kluft zwischen Wissen und Handeln liegt im Ansatz des situierten Lernens (Greeno 1998). Hier sollen durch gezielte Kontextualisierungen Transferhandlungen ermöglicht werden. Ein wesentliches Potenzial digitaler Technologien in Repräsentationen ist die Anbindung des schulischen Lernens an die außerschulische Lebenswelt der Kinder. Beispielsweise können Beobachtungen aus der Lebenswelt, aber auch Exkursionen zu informellen Lernorten (Museen, Science Center ...) me-



**Dr. Katharina Scheiter**

ist Leiterin der Arbeitsgruppe Multiple Repräsentationen am Leibniz-Institut für Wissensmedien (IWM) und Professorin für Empirische Lehr-Lernforschung an der Eberhard Karls Universität Tübingen. Sie ist Mitglied des School Boards der Tübingen School of Education und in deren Rahmen auch verantwortlich für das am IWM angesiedelte Tübingen Digital Teaching Lab (TüDiLab).

**Dr. Thomas Irion**, S. 5. 4

dial dokumentiert und für den Unterricht aufbereitet werden. In den USA gewinnen zudem so genannte Citizen Science Projekte an Bedeutung, in denen Laien aktiv in den Forschungsprozess eingebunden werden und wertvolle Erkenntnisse für die Forschung liefern. So können Grundschul Kinder beispielsweise Umweltentwicklungen in ihrem Lebensraum beobachten (z. B. Vogelzahl, Pflanzenverbreitung) und in digitalen Datenbanken zur Verfügung stellen. Erste Untersuchungen zeigen, dass Citizen Science Projekte, die einen klaren Bezug zum Unterricht aufweisen, die Lernmotivation und den Lernerfolg steigern können (Bonney/Phillips/Ballard/Enck 2016). Auch können digitale Technologien Kindern z. B. in Simulationen Handlungsmöglichkeiten in geschützten Räumen eröffnen (Herzig/Grafe 2006). Beispielsweise können mithilfe von Simulationen Experimente durchgeführt werden, die in der Realität nicht oder schwer durchführbar sind (z. B. Experimente in ökologischen Systemen). Hier zeigt die Lehr-Lernforschung, dass Schülerinnen und Schüler mit virtuellen Experimenten ähnlich gute Lernergebnisse erzielen wie bei der Durchführung realer Experimente im Unterricht; am erfolgversprechendsten erscheint allerdings eine Kombination aus virtuellen und

realen Experimenten, in der die Vorteile beider Vorgehensweisen synergetisch zum Tragen kommen (De Jong/Linn/Zacharias 2013).

### **B Individualisierung: Potenziale digitaler Medien zur Unterstützung adaptiver Unterrichtsformen**

Eine optimale Förderung einzelner Schülerinnen und Schüler relativ zu ihrem jeweiligen Wissensstand ist ein wesentliches Merkmal guten Unterrichts, welches sich aber im Schulalltag oftmals nur schwer umsetzen lässt. Voraussetzung für individualisierten Unterricht ist eine genaue Kenntnis des Wissensstands jedes Einzelnen sowie die Möglichkeit, Lernaufgaben, Feedback und Erklärungen angepasst an diesen Wissensstand darzubieten. Idealerweise erhalten Schülerinnen und Schüler auf diese Weise Lernaufgaben mit einer für sie optimal geeigneten Komplexität. Auf diese Weise kann individualisierter Unterricht eine geeignete kognitive Aktivierung seitens der Lernenden auslösen, welche ihrerseits ein wesentliches Tiefenstrukturmerkmal guten Unterrichts darstellt (Kunter/Trautwein 2013). Digitale Lerntechnologien eröffnen die Möglichkeit, adaptive Förderungen zu realisieren. So kann sowohl die Diagnostik des Wissensstands und Lernverhaltens der Schülerinnen und Schüler als auch die daran angepasste Zuweisung von Aufgaben und Erklärungen automatisch vorgenommen werden (Aleven et al. 2017). Entsprechende Systeme erscheinen aus lehr-lernpsychologischer Sicht äußerst vielversprechend, existieren aber in für den Unterricht nutzbarer Form bislang aufgrund des mit ihnen verbundenen hohen Entwicklungsaufwands und der fehlenden Etablierung von standardisierten Publikations- und Produktionsinstrumenten nur relativ selten (vgl. kognitive Tutoren des LearnLab an der Carnegie Mellon University in den USA, Koedinger/Corbett 2006).

Dennoch können digitale Technologien auch jetzt schon adaptive Unterrichtsprozesse unterstützen. Im Hinblick auf die formative Diagnostik können beispielsweise automatisch auswertbare Wissensfragen in Form sogenannter Rapid Assessments (Kalyuga 2008) in quizförmiger Art dargeboten werden (z. B. Audience-Response-Sys-

teme wie Clickr vgl. Hunsu/Adesope/Bayly 2016), deren Ergebnisse der Lehrperson unmittelbar zurückgemeldet werden können. Auch können Lehrkräfte jetzt schon mit geeigneten Systemen wie Classflow, Moodle oder Socrative für den Grundschulunterricht automatisch auswertbare Multiple-Choice-Tests realisieren, die von den Kindern in ihrem eigenen Tempo bearbeitet werden können (Maier 2016). Auch für die Lernenden selbst können solche Rückmeldefunktionen genutzt werden, da die eigenen Lernprozesse dokumentiert werden und die Kinder selbst individuelle Lernfortschritte besser nachverfolgen können.

### **C Kooperation: Potenziale digitaler Medien zur Unterstützung kooperativer Lern- und Arbeitsprozesse**

Kooperative Lernformen bieten vielfältige Potenziale für kognitive, soziale, motivationale und emotionale Zielsetzungen des Grundschulunterrichts (Borsch 2016). Von besonderer Bedeutung für fachliche Lernprozesse in kooperativen Lernsituationen ist, dass sich jedes Kind in die Arbeitsprozesse einbringt (Veenman et al. 1999).

Digitale Technologien können kooperatives Arbeiten auf vielfältige Weise unterstützen. Sie ermöglichen den Mitgliedern einer Lerngruppe zeitgleiches wie aber auch zeitlich und räumlich getrenntes Arbeiten an Produkten, die z. B. Erfahrungen aus Exkursionen dokumentieren, den gemeinsam erarbeiteten Wissensstand zu einem Thema zusammentragen oder verschiedene Perspektiven integrieren. Mittels Apps wie Book Creator können beispielsweise in Arbeitsgruppen erstellte digitale Bücher der Öffentlichkeit bereitgestellt werden, sodass Familienmitglieder, aber auch andere interessierte Besucher\*innen des Bookshops von den Kindern erstellte Bücher herunterladen oder gar käuflich erwerben können. Der amerikanische Medienpädagoge Jon Smith berichtet hier beispielsweise in einem Webinar (15.02.18 auf <http://live.classroom20.com>), wie begeistert autistische Kinder reagierten, als ihre Bücher von einer Vielzahl von Personen heruntergeladen wurden. Zudem können in Book Creator sogar standortübergreifend Bücher z. B. ge-

meinsam von Kindern unterschiedlicher Schulen produziert werden. Viele dieser Produkte lassen sich mittels digitaler Werkzeuge nicht nur einfacher erstellen und (durch andere Gruppenmitglieder) modifizieren, sondern auch der Spielraum an Repräsentationsformen erweitert sich durch digitale Technologien deutlich. Beispielsweise können kooperativ eigene Erklärvideos gedreht werden, Erfahrungen in Comics aufbereitet werden, Webseiten oder digitale Collagen erstellt werden. Auf diese Weise unterstützen digitale Technologien auch die Umsetzung konstruktivistischer Lernformen (Zahn 2009). Eine Herausforderung beim Lernen, Arbeiten und Diskutieren in Gruppen besteht darin, Gruppenprozesse zielführend zu gestalten und zu strukturieren. Vielfach wird zu viel Zeit auf die Koordination der Gruppe, die Aufteilung von Arbeitsaufgaben sowie nicht-aufgabenrelevante Aspekte verwendet, sodass das Classroom Management – als wesentliches Tiefenstrukturmerkmal effektiven Unterrichts – gefährdet wird. Darüber hinaus ergibt sich sowohl bei der Arbeit in Kleingruppen als auch in Klassendiskussionen oftmals das Problem einer ungleichen Beteiligung, indem manche Gruppenmitglieder auf Kosten anderer nur wenig an der Erreichung gemeinsamer Ziele mitarbeiten oder aber die Meinungsführerschaft übernehmen, sodass (schwächere) Gruppenmitglieder dominiert werden. Beide Aspekte stehen einem unterstützenden Lernklima als weiterem Tiefenstrukturmerkmal effektiven Unterrichts entgegen. Digitale Technologien erlauben es, Gruppenprozesse durch klare Rollenzuweisungen zu strukturieren und die Fokussierung auf die Aufgabe für alle Gruppenmitglieder sicherzustellen (Scripting, Vogel/Wecker/Kollar/Fischer 2017).

### **Herausforderungen**

Die Diskussion der Potenziale digitaler Medien für den (Grundschul-)Unterricht zeigt, dass diese erst dann wirksam werden, wenn Technologien und zu erreichende pädagogische Funktionen gut aufeinander abgestimmt sind. Dabei müssen Technologien sinnvoll in das sonstige Unterrichtsgeschehen eingebunden werden. Entscheidend ist

also nicht die Nutzung von Technologie per se, sondern die Abstimmung digitaler und analoger Herangehensweisen auf didaktische Zielsetzungen, um ein harmonisches Gesamtkonzept zu erzielen (Orchestrierung, Prieto/Holenko Dlab/Gutiérrez/Abdulwahed/Balid 2011). Diese Fähigkeit zur Orchestrierung digitaler Medien setzt sogenanntes technologisch-pädagogisches Inhaltswissen seitens der Lehrpersonen voraus (Mishra/Koehler 2006). Es resultiert aus der Verknüpfung von technologiebezogenem Wissen, inhaltsbezogenem und pädagogischem Wissen, welches in einem bestimmten Unterrichtskontext zum Einsatz gebracht werden muss. International vergleichende Studien zu Mediennutzung und medienbezogenen Kompetenzen von Lehrkräften wie die International Computer Information Literacy Study (ICILS 2013, Bos et al.

2014) zeigen, dass Lehrkräfte deutscher Schulen sich nur in geringem Ausmaß in der Lage sehen, eine Orchestrierung digitaler Medien im Unterricht zu leisten. Als eine wesentliche Ursache wird dabei immer wieder die mangelnde Vorbereitung auf das Unterrichten mit Technologien im Rahmen der verschiedenen Phasen der Lehrerbildung moniert. Darüber hinaus stellt die mangelnde Verfügbarkeit von Hardware in den Schulen und der zu geringe technische Support nach wie vor ein wesentliches Hindernis für die Mediennutzung an deutschen Schulen dar.

Im Rahmen dieses Artikels haben wir aus grundschuldidaktischer und mediendidaktischer Perspektive einerseits die Bedeutung empirischer Evidenzen und theoretischer Modelle für die Entwicklung geeigneter Unterrichts-

konzepte betont und andererseits versucht, mit einigen Beispielen mögliche Umsetzungsformen zu skizzieren. Voraussetzung dieser und weiterer Unterrichtskonzepte bildet für uns aber eine sinnvolle Einführung digitaler Technologien in der Grundschule, wie sie durch die Forderungen des Grundschulverbands im vorausgehenden Artikel angestrebt wird. □

## Literatur

- Aleven, V., McLaughlin, E. A., Glenn, R. A., & Koedinger, K. R. (2017): Instruction based on adaptive learning technologies. In R. E. Mayer & P. Alexander (Eds.), *Handbook of research on learning and instruction* (2nd ed., pp. 522–560). New York, NY: Routledge.
- Bonney, R./Phillips, T. B./Ballard, H. L./Enck, J. W. (2016): Can citizen science enhance public understanding of science? *Public Understanding of Science*, 25, 2–16.
- Bos, W./Eickelmann, B./Gerick, J./Goldhammer, F./Schaumburg, H./Schwippert, K./Wendt, H. (2014): ICILS 2013. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich. Münster u. a.: Waxmann.
- Dackermann, T./Fischer, U./Nuerk, H.-C./Cress, U./Moeller, K. (2017): Applying embodied cognition: from useful interventions and their theoretical underpinnings to practical applications. *ZDM Mathematics Education*, 49, 545–557.
- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013): Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305–308.
- Einsiedler, W. (2015): Methoden und Prinzipien des Sachunterrichts. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 383–392.
- Greeno, J. G. (1998): The situativity of knowing, learning, and research. *American Psychologist*, 53, 5–26.
- Gruber, H./Mandl, H./Renkl, A. (2000): Was lernen wir in Schule und Hochschule: Träges Wissen? In H. Mandl & J. Gerstenmaier (Hrsg.), *Die Kluft zwischen Wissen und Handeln*. Empirische und theoretische Lösungsansätze. Göttingen: Hogrefe, 139–156.
- Helmke, A. (2010): Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts. (3. Aufl.) Seelze: Klett-Kallmeyer.
- Herzig, B./Grafe, S. (2006): Zukunftsfähiges Lernen an freien Lernorten. In SaN [Schulen ans Netz e. V.] (Hrsg.), *Freie Lernorte – Raum für mehr*. Bonn, 24–28.
- Hunsu, N. J./Adesope, O./Bayly, D. J. (2016): A meta-analysis of the effects of audience response systems (clicker-based technologies) on cognition and affect. *Computers and Education*, 94, 102–119.
- Kalyuga, S. (2008): When less is more in cognitive diagnosis: A rapid online method for diagnosing learner task-specific expertise *Journal of Educational Psychology*, 100, 603–612.
- Koedinger, K. R./Corbett, A. (2006): Cognitive tutors: Technology bringing learning science to the classroom. In K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 61–78.
- Kozma, R. B. (1991): Learning With Media. *Review of Educational Research*, 61, 179–211.
- Kunter, M./Trautwein, U. (2013): *Psychologie des Unterrichts*. Paderborn: Schöningh.
- Lohrmann, K. (2014): Kontextualisierung und Dekontextualisierung. In W. Einsiedler, M. Götz, A. Hartinger, F. Heinzel, J. Kahlert, & U. Sandfuchs (Hg.), *Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 414–418.
- Maier, U. (2014): Computergestützte, formative Leistungsdiagnostik in Primar- und Sekundarschulen. Ein Forschungsüberblick zu Entwicklung, Implementation und Effekten. *Unterrichtswissenschaft*, 42, 69–86.
- Mayer, R. E. (2014): *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006): Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108, 1017–1054.
- Prieto, L. P./Holenko Dlab, M./Gutiérrez, I./Abdulwahed, M./Balid, W. (2011): Orchestrating technology enhanced learning: A literature review and a conceptual framework. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 3, 583–598.
- Salomon, G. (1979): Interaction of media, cognition, and learning an exploration of how symbolic forms cultivate mental skills and affect knowledge acquisition. San Francisco: Jossey-Bass.
- Tamim, R. M./Bernard, R. M./Borokhovski, E./Abrami, P. C./Schmid, R. F. (2011): What forty years of research says about the impact of technology on learning. *Review of Educational Research*, 81, 4–28.
- Vogel, F./Wecker, C./Kollar, I./Fischer, F. (2017): Socio-cognitive scaffolding with computer-supported collaboration scripts: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 29, 477–511.
- Weidenmann, B. (2006): Lernen mit Medien. In A. Krapp & B. Weidenmann (Eds.), *Pädagogische Psychologie*. Ein Lehrbuch (5. Aufl.) Weinheim: Beltz PVU, 423–476.
- Zahn, C. (2009): Gestaltendes Lernen – »Learning by design« im Schulunterricht? *Log In, Informatische Bildung und Computer in der Schule*, 156, 27–35.